

**JOÃO VIANEI MENEZES DA SILVA**

**AVALIAÇÃO DOS CUSTOS, RENDIMENTO E EFICIÊNCIA OPERACIONAL DAS  
MÁQUINAS DE COLHEITA FLORESTAL NA REFLORESTADORES UNIDOS S/A,  
CAMBARÁ DO SUL, RS.**

**CURITIBA**

**2012**

**JOÃO VIANEI MENEZES DA SILVA**

**AVALIAÇÃO DOS CUSTOS, RENDIMENTO E EFICIÊNCIA OPERACIONAL DAS  
MÁQUINAS DE COLHEITA FLORESTAL NA REFLORESTADORES UNIDOS S/A,  
CAMBARÁ DO SUL, RS.**

Trabalho apresentado para obtenção parcial do título de Especialista em Gestão Florestal no curso de Pós-Graduação em Gestão Florestal do Departamento de Economia Rural e Extensão, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Renato Robert

**CURITIBA**

**2012**

À minha filha Marina, amor maior da minha vida  
DEDICO.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida e por abençoá-la todos os dias.

Um obrigado especial aos meus pais Homero e Iloir, pela educação, apoio e, principalmente, pelos exemplos de trabalho, humildade, caráter e honestidade mostrados ao longo de suas vidas.

À minha esposa Elizete, pelo apoio e incentivo constantes, compreensão nas horas ausentes e palavras de carinho nas horas difíceis, serei eternamente grato.

Agradeço também aos colegas do Curso de Especialização em Gestão Florestal, pela troca de ideias e de conhecimentos ocorrida nos Fóruns de discussão.

Muito obrigado a todos os professores do Curso de Especialização em Gestão Florestal da Universidade Federal do Paraná, pelo conhecimento repassado e experiências compartilhadas.

À empresa Reflorestadores Unidos SA pela oportunidade de realizar este trabalho, agradeço.

Às demais pessoas que de alguma forma contribuíram para a realização desse trabalho, meu agradecimento.

## RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar o rendimento e eficiência operacional, bem como os custos operacionais e de produção do *Harvester* CAT 320-D no corte de segundo desbaste de *Pinus taeda*, o rendimento e eficiência operacional do *Forwarder* John Deere 1710-D em baldeio de primeiro desbaste de *Pinus taeda* e o rendimento e eficiência operacional do *Skidder* Timberjack 460 no corte raso, em sistema de arraste de árvores inteiras, na empresa Reflorestadores Unidos SA, no Município de Cambará do Sul, RS. Os dados de eficiência e rendimento operacional foram obtidos através de um estudo de tempos e movimentos das máquinas avaliadas e de produção. Para o *Harvester* CAT 320-D, o rendimento e eficiência operacional encontrados foram, respectivamente, 32,88 t/he e 61,30%. O *Skidder* Timberjack 460 apresentou um rendimento operacional de 84,80 t/he e 72,60% de eficiência operacional. Para o *Forwarder* John Deere 1710-D foi encontrado um rendimento operacional de 34,00 t/he e eficiência operacional de 72,30%. Os custos fixos para o *Harvester* CAT 320-D foram de R\$ 47,17/hora e os variáveis de R\$ 121,83/hora. O custo operacional efetivo foi de R\$ 95,92/he e não-efetivo foi de R\$ 60,56/hora não-efetiva. O custo operacional total do período amostrado foi de R\$169,00 por hora efetiva de trabalho. Os custos fixos corresponderam a 27,91% e os variáveis, a 72,09% dos custos totais. O custo de produção foi de R\$5,14/t produzida.

**PALAVRAS-CHAVE:** Rendimento operacional; eficiência operacional; custo operacional; colheita florestal.

## ABSTRACT

This study had to evaluate the performance and operational efficiency, as well as operating costs and production *Harvester* CAT 320-D in cutting second thinning of *Pinus taeda*, performance and operating efficiency of the *Forwarder* John Deere 1710-D in the motorized first thinning of *Pinus taeda* and the performance and operational efficiency of *Skidder* Timberjack 460 in clearcutting in drag system of whole trees, the company Reflorestadores Unidos SA, in the City of Cambará do Sul. The data efficiency and operational efficiency have been obtained through a time and motion study evaluated the machines and production. For *Harvester* CAT 320-D, performance and operational efficiency were, respectively, 32.88 t / h and 61.30%. The *Skidder* Timberjack 460 presented an operating income of 84.80 t / h and 72.60% operating efficiency. For *Forwarder* John Deere 1710-D was found operating income of 34.00 t / h and operating efficiency of 72.30%. The fixed costs for the *Harvester* CAT 320-D were R \$ 47.17 / hour and the variables of R \$ 121.83 / hour. The operational cost was R \$ 95.92 / h and not-effective was R \$ 60.56 / hour not-effective. The total operating cost of the sample period was R \$ 169.00 per effective hour of work. The fixed costs accounted for 27.91% and variables, 72.09% of total costs. The production cost was R\$ 5.14/t produced.

**KEYWORDS:** Operating income, operating efficiency, operating cost; harvesting.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>ix</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>x</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>3</b>
2.1. OBJETIVO GERAL.....	3
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	3
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>4</b>
3.1 A COLHEITA FORESTAL .....	4
3.2 RENDIMENTO E EFICIÊNCIA OPERACIONAL.....	5
3.3 CUSTOS DA COLHEITA FLORESTAL .....	5
<b>4. MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>7</b>
4.1 DESCRIÇÃO DA EMPRESA.....	7
4.1.1 Histórico.....	7
4.1.2 Localização .....	7
4.2 DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES.....	9
4.2.1 Desbaste.....	9
4.2.2 Corte raso .....	10
4.3 METODOLOGIA ESPECÍFICA.....	11
4.3.1 Desenvolvimento da metodologia específica .....	11
4.3.2 Definição da amostragem .....	12
4.3.3 Rendimento e Eficiência Operacional .....	12
4.3.3.1 Harvester .....	12
4.3.3.2 <i>Skidder</i> .....	13
4.3.3.3 Forwarder .....	14
4.3.4 Custos operacionais e de produção do <i>Harvester</i> CAT 320-D em estudo.....	15
4.3.4.1 Custos fixos .....	15
4.3.4.2 Custos variáveis .....	16
4.3.4.2.1 Custo de combustíveis .....	16
4.3.4.2.2 Custo de lubrificantes e graxas .....	16
4.3.4.2.3 Custo de óleo hidráulico .....	16
4.3.4.2.4 Custo de pneus .....	17
4.3.4.2.5 Custo de manutenção e reparos .....	17
4.3.4.2.6 Custo de pessoal operacional e manutenção (COM) .....	17
4.3.4.2.7 Custo de administração.....	17
4.3.4.2.8 Custo operacional total.....	17

4.3.4.2.9 Custo da produção .....	18
4.3.5 Cronograma .....	18
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>19</b>
5.1 RENDIMENTO E EFICIÊNCIA OPERACIONAL.....	19
5.1.1 <i>Harvester</i> CAT 320-D .....	19
5.1.2 <i>Skidder</i> Timberjack 460 .....	22
5.1.3 <i>Forwarder</i> John Deere 1710-D .....	26
5.2 CUSTOS OPERACIONAIS E DE PRODUÇÃO .....	28
5.2.1 <i>Harvester</i> CAT 320-D .....	28
5.2.1.1 Custos operacionais e de produção .....	28
<b>6. CONCLUSÕES .....</b>	<b>31</b>
<b>7.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>33</b>
<b>8. ANEXOS .....</b>	<b>36</b>



## LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Intensidade dos desbastes aplicados na empresa Reflorestadores Unidos S/A.....	10
Tabela 02 - Cronograma para a elaboração do trabalho de TCC.....	18
Tabela 03 - Comparação de eficiência operacional com dados obtidos por diferentes autores.....	21
Tabela 04 - Produção e horas trabalhadas pelo <i>Harvester</i> CAT 320-D.....	28
Tabela 05 - Custos fixos para o <i>Harvester</i> CAT 320-D em 2º desbaste.....	29
Tabela 06 - Custos variáveis para o <i>Harvester</i> CAT 320-D em 2º desbaste.....	29
Tabela 07 - Custo operacional total e de produção para o <i>Harvester</i> CAT 320-D...	30

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Localização do município de Cambará do Sul, RS (A). Fonte: Márcio Vieira. Vista aérea da empresa e Vila Unidos, ao fundo o povoamento de <i>Pinus taeda</i> (B). Fonte: Reflorestadores Unidos S/A.....	08
Figura 02 - <i>Forwarder</i> John Deere 1710 D (A) e <i>Harvester</i> CAT 320 D, na empresa Reflorestadores Unidos S/A.....	10
Figura 03 - <i>Skidder</i> Timberjack 460 em operação na empresa Reflorestadores Unidos S/A.....	11
Figura 04 – Rendimento operacional do <i>Harvester</i> CAT 320-D no 2º desbaste.....	19
Figura 05 - Eficiência operacional do <i>Harvester</i> CAT 320-D no 2º desbaste.....	20
Figura 06 - Avaliação percentual das atividades realizadas pelo <i>Harvester</i> CAT 320-D no 2º desbaste.....	21
Figura 07 - Divisão do tempo não-efetivo do <i>Harvester</i> CAT 320D no 2º desbaste.....	22
Figura 08 - Rendimento operacional do <i>Skidder</i> Timberjack 460.....	23
Figura 09 - Avaliação percentual das paradas realizadas pelo <i>Skidder</i> Timberjack 460.....	24
Figura 10 – Divisão de tempo do ciclo médio de arraste de toras do <i>Skidder</i> Timberjack 460.....	25
Figura 11 - Eficiência operacional por dia de avaliação e média do <i>Skidder</i> Timberjack 460.....	25
Figura 12 - Rendimento operacional do <i>Forwarder</i> John Deere 1710-D, no 1º desbaste, na empresa Reflorestadores Unidos S/A.....	26
Figura 13 – Distribuição percentual das atividades realizadas pelo <i>Forwarder</i> John Deere 1710-D, no 1º desbaste, na empresa Reflorestadores Unidos S/A.....	27

Figura 14 – Eficiência operacional <i>Forwarder</i> John Deere 1710-D, na empresa Reflorestadores Unidos S/A.....	28
---	----

## 1 INTRODUÇÃO

A colheita florestal mecanizada é bastante recente no Brasil. Segundo Robert *et al.* (2012), a utilização de ferramentas manuais nas operações florestais, auxiliada pela tração animal, fazia da colheita florestal um local com grande nível de exposição a riscos de acidentes pelos envolvidos na operação. Estes riscos, segundo o autor, estavam associados à utilização de materiais cortantes, bem como ao pouco conhecimento quanto ao seu uso.

Além disso, estes riscos eram aumentados pela presença de animais peçonhentos nas florestas, elevado cansaço dos trabalhadores o que resultava em fadiga e contínuos afastamentos, baixando-se os rendimentos de produção.

Esta situação começou a mudar com a chegada da motosserra, havendo, a partir desta fase, uma grande evolução nos processos de trabalho através dos estudos aplicados de tempos e movimentos, e na ligação mais intrínseca máquina/homem por meio dos estudos de ergonomia (ROBERT, *et al.* 2012).

A partir da década de 90, devido ao crescimento da economia brasileira, o setor florestal brasileiro sofreu várias mudanças como a implementação de modernas máquinas e equipamentos para adaptação ao mundo globalizado e à abertura do mercado nacional (FREITAS, 2005). Dentro deste setor, uma das atividades considerada mais importante é a colheita florestal, devido esta ser a que tem um maior custo de produção.

A colheita florestal, segundo Arce, Macdonagh e Friedl (2004) apud Freitas (2005), representa a operação final de um ciclo de produção florestal, na qual são obtidos os produtos mais valiosos, constituindo um dos fatores que determinam a rentabilidade florestal. Segundo o mesmo autor, esta atividade é a que também mais sofre o processo de mecanização. De acordo com Fontes (1996), o aumento da produtividade e a necessidade de redução dos custos de produção são as principais causas da crescente mecanização da atividade de colheita florestal. Entretanto, este processo de mecanização requer investimentos iniciais muito altos e, dependendo da forma de condução do sistema, pode haver grande desvalorização do produto final.

Segundo Rezende *et al.* (1997) apud Freitas (2005), a redução dos custos da colheita é vital para qualquer empresa, uma análise detalhada e por partes dos

custos nos diferentes métodos de colheita tem um papel importante no entendimento dos mesmos, além de facilitar os estudos com o objetivo de reduzi-los. Sendo assim, o aumento da qualidade, a racionalização dos processos e a otimização de custos são itens de suma importância para um melhor desempenho desta atividade.

Conforme Robert (2012) a grande oferta e variedade de equipamentos oferecidos nos últimos anos, tornou a atividade de colheita florestal um tanto mais dinâmica e com possibilidades de escolha quanto aos sistemas a serem empregados.

A realização deste trabalho é importante para o gerenciamento das atividades de colheita florestal mecanizada na empresa, bem como, apoiar a equipe técnica na tomada de decisões relacionadas ao controle de custos, otimização dos processos e implantação de programas de qualidade na colheita florestal.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem por objetivo avaliar os custos, rendimento e eficiência operacional das máquinas de corte e baldeio envolvidos na colheita florestal de *Pinus taeda* na empresa Reflorestadores Unidos S/A.

### 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a. Avaliar a eficiência e rendimento operacional do Harvester CAT 320-D em segundo desbaste de *Pinus taeda*;
- b. Avaliar a eficiência e rendimento operacional do Forwarder John Deere 1710-D em primeiro desbaste de *Pinus taeda*;
- c. Avaliar a eficiência e rendimento operacional do Skidder Timberjack 460 em corte raso de *Pinus taeda*;
- d. Determinar os custos operacionais e de produção do Harvester CAT 320-D.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 A COLHEITA FORESTAL

A colheita florestal é o trabalho executado desde o preparo das árvores para o abate até o transporte ao local onde se dará o uso final (CONWAY, 1976, citado por VALVERDE, 1995).

Existem vários métodos e sistemas de colheita e processamento de madeira no campo, sendo que todos estes métodos dependem da idade do povoamento, finalidade do produto, mas principalmente, das condições de acesso à área de colheita devido a declividade do terreno. Na Reflorestadores Unidos, são utilizados métodos de colheita florestal mecanizados e semi-mecanizados. Nos métodos mecanizados são utilizados *harvesters* para corte e seccionamento das árvores e auto-carregáveis e *forwarders* para o baldeio. Já, nos sistemas semi-mecanizados, são utilizados motosserras para corte e seccionamento e *skidder*, *forwarders* e autocarregáveis para baldeio. Para ambos os métodos o carregamento é feito com carregadores florestais.

No Brasil, os primeiros sistemas de colheita florestal eram manuais (MOREIRA, 2000). Segundo o mesmo autor, estes métodos eram usados na exploração de florestas nativas. Apresentavam baixa produtividade das atividades. Hoje, embora em escala pequena, muitos produtores rurais ainda utilizam estes métodos manuais em suas propriedades.

Volpato, citado por Valverde (1995), diz que o processo de modernização das operações florestais teve início na década de 70, com a chegada de máquinas de porte médio e leves. De lá para cá estas máquinas vem sendo aperfeiçoadas cada vez mais na área florestal.

O processo de mecanização com a utilização de máquinas de última geração, para Paccola (2003), citado por Freitas (2005), teve início nos anos 90 e hoje muitas empresas já dominam parte deste processo. Ainda segundo Freitas (2005), os ganhos foram muitos, pois estas máquinas permitem trabalho ininterrupto e fornecem altas produções.

### 3.2 RENDIMENTO E EFICIÊNCIA OPERACIONAL

O rendimento operacional das máquinas de colheita florestal está diretamente associado a unidade de volume pela unidade de tempo. A relação tonelada/hora efetiva de trabalho, por exemplo, é influenciada por fatores como: declividade do terreno, qualidade da floresta, habilidade do operador, condições da máquina, etc. Quanto melhores as condições de operação, maior será o rendimento operacional.

A eficiência operacional é definida como a porcentagem do tempo efetivamente trabalhado, em relação ao tempo total programado para o trabalho (SANTOS *et al.*, 2009). Segundo Machado (1989), a eficiência operacional de máquinas e equipamentos para a colheita e extração de madeira não deve ser inferior a 70%. Estudos realizados por Canto (2003) que obteve média de 73% de eficiência operacional para *Harvesters*, Silva (2008) com média da eficiência operacional de 70,3% e Silva *et al.* (2010), que obtiveram média da eficiência operacional de 77,85% também para *harvesters* mostram que o valor está acima do proposto por Machado (1989).

### 3.3 CUSTOS DA COLHEITA FLORESTAL

Segundo Tanaka (1986), citado por Freitas (2005), a colheita florestal compreendida em suas três atividades básicas, ou seja, corte, extração e transporte, apresenta-se como o item de maior custo das atividades, representando até 80% do custo do m<sup>3</sup> de formação da floresta em condições de corte.

A colheita e o transporte florestal na Reflorestadores Unidos são responsáveis pela maior parte do custo final da madeira para o consumidor final. Esta situação também foi verificada por Machado e Lopes (2000), quando afirmam que no Brasil, os custos de colheita e transporte florestal são responsáveis por mais da metade do custo final da madeira colocada no centro consumidor.

Segundo Freitas (2005), a seleção de máquinas e equipamentos e o desenvolvimento de sistemas operacionais constituem o grande desafio para a redução dos custos operacionais de colheita e transporte florestal.



De acordo com Harry *et al.* (1991), o custo de uma máquina é o somatório de todos os custos resultantes de sua aquisição e operação. Conhecer estes custos é importante para o planejamento e o controle de sua utilização.

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 DESCRIÇÃO DA EMPRESA

#### 4.1.1 Histórico

A história da Reflorestadores Unidos S.A., teve início em 1953, com a criação de uma sociedade entre os irmãos Armando Waldemar, Olímpio, Honorino e José Erny De Zorzi. Em 1955, passou a produzir madeira laminada e em 1959, com a aquisição de uma prensa especial, entrou no ramo de compensados.

Em 1960 a empresa ampliou seus negócios e partir daí, a preocupação com o meio ambiente foi fundamental para o surgimento da Reflorestadores Unidos S.A., que introduziu no Sul do Brasil a espécie de conífera *Pinus taeda*, consolidando suas atividades com a sua fundação, em 1968, por três dos irmãos De Zorzi, Honorino, Olimpio e Armando Waldemar, a empresa Reflorestadores Unidos S/A dedica-se ao cultivo e à industrialização de madeira de *P. taeda*, em substituição ao corte de araucária. O nome da empresa surgiu em decorrência da união de seus sócios fundadores. No mesmo ano de sua fundação iniciou os primeiros plantios de *P. taeda* na região.

Com os primeiros plantios em idade de corte, em 1980 a empresa iniciou as atividades produzindo lambris, compensados e madeira serrada.

Hoje, para atender ao mercado nacional e internacional de construção civil, indústria moveleira e madeiramento e tornar-se auto-suficiente em matéria prima e industrialização de seus produtos, a empresa produz florestas plantadas de *P. taeda* nos municípios gaúchos de Cambará do Sul, Jaquirana e São Francisco de Paula. Possui uma filial localizada em Vacaria que se dedica a produção de portas, guarnições, batente e ao kit Ecoporta (porta, guarnição, batente, dobradiça, parafusos e fechadura), comercializada no mercado interno.

#### 4.1.2 Localização

A empresa Reflorestadores Unidos S/A localiza-se na cidade de Cambará do Sul, na região fisiográfica dos Campos de Cima da Serra, RS (Figura 01). Situada

nas coordenadas geográficas de 29°10' de latitude sul e 50°19' de longitude oeste, numa altitude média de 893 metros.

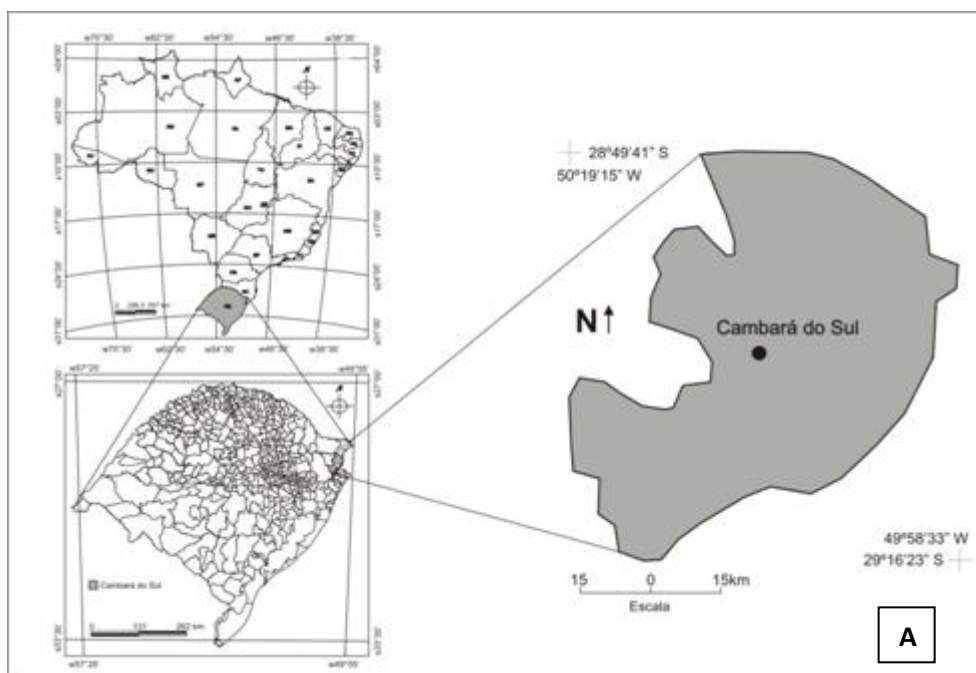


Figura 02 - Localização do município de Cambará do Sul, RS (A). Fonte: Márcio Vieira. Vista aérea da empresa e Vila Unidos, ao fundo o povoamento de *Pinus taeda* (B).

Fonte: Reflorestadores Unidos S/A.

## 4.2 DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES

### 4.2.1 Desbaste

Os desbastes são cortes parciais feitos em povoamentos imaturos com o objetivo de estimular o crescimento das árvores remanescentes e aumentar a produção de madeira de melhor qualidade. Entende-se como melhor qualidade árvores de maior dimensão, aumentando o rendimento nas serrarias e também as características físicas da madeira (COUTO, 1995).

O espaçamento inicial de plantio utilizado pela empresa é de 3 x 2m, totalizando 1.667 árvores por hectare. O Índice de Sobrevivência esperado no plantio é de 95%.

Na empresa, o 1º desbaste é feito de forma sistemática e seletiva, isso permite intervir no povoamento através da eliminação sistemática de uma linha selecionada e a seleção de indivíduos indesejáveis nas entre linhas extraídas pelo método seletivo. O objetivo é complementar a intensidade de desbaste para atender ao planejamento gerencial da empresa.

O método de desbaste sistemático utilizado elimina a 5ª linha, a partir da divisão do talhão. Já para o desbaste seletivo, são levadas em consideração as seguintes características: fitossanidade, árvores mortas, atacadas por pragas ou por patógenos e qualidade do fuste, que considera as árvores quebradas, bifurcadas, tortas, danificadas por operações ou que apresentam conicidade do fuste.

O segundo desbaste é seletivo, com o objetivo de obter toras de dimensões maiores para abastecer a serraria e atender a demanda de seus consumidores. Os mesmos critérios de seleção e marcação das árvores do primeiro desbaste são usados para o segundo desbaste. O diâmetro médio e a altura média para as árvores de 2º desbaste são, respectivamente, 22,3 cm e 16,9 m.

A tabela 01 mostra a intensidade aplicada aos desbastes realizados pela empresa Reflorestadores Unidos S/A.

TABELA 01 - Intensidade dos desbastes aplicados na empresa Reflorestadores Unidos S/A.

Idade (anos)	Intervenção	Nº de árvores/há		Intensidade de desbaste (%)	EEA* (m²)
		Inicial	Remanescente		
10	1º Desbaste	1667	1000	40	10,00
14	2º Desbaste	950	600	40	16,66
17	3º Desbaste	600	360	40	27,77
23	Corte Raso	360	0	100	---

\*Espaçamento entre árvores.

Fonte: Reflorestadores Unidos S/A.

As máquinas florestais usadas nas atividades de 1º e 2º desbastes são respectivamente, máquina base CAT312 com cabeçote *Harvester* Logmax 5000 adaptado, além do carregador florestal *Forwarder* John Deere 1710 D 6x6 para baldeio de toras e o *Harvester* CAT 320 D com cabeçote Logmax 7000 para 2º desbaste. O baldeio do 2º desbaste é terceirizado, onde são usados *forwarders* e autocarregáveis. Nas Figuras 02 A e 02 B são mostrados o *forwarder* e o *harvester*, respectivamente.



Figura 02 - *Forwarder* John Deere 1710 D (A) e *Harvester* CAT 320 D, na empresa Reflorestadores Unidos S/A.

#### 4.2.2 Corte raso

A empresa Reflorestadores Unidos S/A utiliza para o corte raso um método ainda muito empregado no Brasil, o corte semi-mecanizado, que utiliza motosserra

com capacidade de derrubar, desgallar e traçar (MACHADO, 2008). Na operação de corte raso, todo o baldeio é realizado com *skidder*.

O *Skidder* é um trator florestal projetado para trabalhar nos sistemas de toras longas, executando o arraste de feixes de toras ou árvores da área de corte até as áreas de estaleiros, montados nas margens da estrada. Ainda segundo Machado (2008), é composto por uma máquina-base de pneus ou esteira com garra ou guincho.

A empresa possui um modelo adaptado com uma garra traseira telescópica acionada por sistema hidráulico, para o arraste do feixe de toras. Esta possibilita um melhor empilhamento, pois o trator pode se aproximar mais das pilhas, mantendo os feixes rentes uns aos outros (MACHADO, 2008). Além de apresentar na parte frontal uma lâmina que auxilia no nivelamento das toras e na limpeza de vias de acesso (FIGURA 03).



Figura 03 - *Skidder* Timberjack 460 em operação na empresa Reflorestadores Unidos S/A.

### 4.3 METODOLOGIA ESPECÍFICA

#### 4.3.1 Desenvolvimento da metodologia específica

Para a realização deste trabalho foram desenvolvidas duas etapas, sendo:

- 1) Determinação dos custos operacionais do *harvester*, *skidder* e *forwarder*,

- 2) Coleta de dados dos ciclos operacionais do *harvester*, *skidder* e *forwarder*.

#### 4.3.2 Definição da amostragem

Para análise do ciclo operacional de cada máquina foi definido o número de observações necessárias através da metodologia de Barnes (1968), citado por Freitas (2005), onde:

$$n \geq (t^2 + CV^2)/E^2$$

Em que:

$n$  = Número mínimo de ciclos necessários;

$t$  = Valor de  $t$ , para o nível de probabilidade desejado e  $(n-1)$  graus de liberdade;

$CV$  = Coeficiente de Variação, em porcentagem e;

$E$  = Erro admissível, em porcentagem.

#### 4.3.3 Rendimento e Eficiência Operacional

##### 4.3.3.1 Harvester

O rendimento operacional ( $m^3 \cdot he^{-1}$ ) do *Harvester* CAT 320-D, foi calculado através do número de árvores derrubadas, volume total ( $m^3$ ) e o volume médio por árvore ( $m^3$ ). Os dados de número de árvores derrubadas e volume total foram fornecidos pelo operador, gerados pelo computador de bordo da máquina, ao final do turno. Baseado no trabalho de Silva *et al.* (2010), foram calculadas as horas efetivas de trabalho, com base no número total de horas menos as interrupções mecânicas e operacionais, através da seguinte expressão:

$$Prod. = \frac{(na \times va)}{HE}$$

Em que:

$Prod.$  = produtividade ( $ton \cdot he^{-1}$ );

$na$  = número de árvores derrubadas ;

$va$  = volume médio por árvore ( $m^3$ ) e;

$HE$  = horas efetivas de trabalho.

A coleta de dados foi realizada através da planilha “Avaliação do corte com *Harvester*” (Anexo I).

A eficiência operacional é a porcentagem do tempo efetivamente trabalhado. Para este cálculo foi utilizado a expressão:

$$EO = \frac{HE}{(HE + HP)} \times 100$$

Em que:

$EO$  = eficiência operacional (%);

$HE$  = tempo de trabalho efetivo (horas) e;

$HP$  = horas paradas operacionais.

#### 4.3.3.2 *Skidder*

As coletas de dados para o cálculo do rendimento operacional do *Skidder* Timberjack 460 foram realizadas com base no Anexo II. Foram coletados dados de tempo de deslocamento do estaleiro até as toras para arraste, tempo de arraste até estaleiro e tempo de alinhamento das toras em segundos, além da distância máxima de arraste da tora até o estaleiro e a mínima, em metros, tempos de parada e manutenção. Os tempos foram coletados em segundos e, posteriormente, ajustados para horas. Foi considerado para fins de cálculos o volume médio por árvore de 2,1091 toneladas, dado este fornecido pela empresa.

O rendimento operacional foi calculado com base na expressão:

$$Prod. = \frac{na \times va}{Te}$$

em que:

$Prod.$  = produtividade ( $ton.he^{-1}$ );

$na$  = número de árvores arrastadas;

$va$  = volume médio por árvore (ton) e;



Te = tempo efetivo (tempo de arraste + alinhamento).

A eficiência operacional do *Skidder Timberjack 469* foi calculada com base na seguinte equação:

$$EO. = \frac{(ar. + ali.)}{(ar. + ali. + desloc)} \times 100$$

em que:

EO = eficiência operacional (%);

ar. = tempo de arraste (horas);

ali.= tempo de alinhamento (horas) e;

desloc. = tempo de deslocamento (horas).

#### 4.3.3.3 Forwarder

O rendimento operacional do *forwarder John Deere 1710-D* foi calculado com base na seguinte expressão:

$$Prod. = n^{\circ} \text{ de cargas} \times va$$

em que:

Prod. = produtividade (ton/he);

$n^{\circ}$  de cargas = número de carregamentos/he e;

va = capacidade de carga do *forwarder* (considerado 17.000kg).

Para o cálculo da eficiência operacional do *forwarder John Deere 1710-D 6x6*, por meio das coletas de dados (Anexo III), obteve-se os tempos de trabalho efetivo dividido pelo tempo total de trabalho programado, através da expressão:

$$EO = \frac{TT}{TP} \times 100$$

em que:

EO = eficiência operacional (%);

TT = tempo efetivo de carregamento (horas) e;

$TP$  = tempo programado para o trabalho (carregamento + descarregamento) em horas.

#### 4.3.4 Custos operacionais e de produção do *Harvester* CAT 320-D em estudo

Na realização deste trabalho, foi analisado o custo operacional e de produção do *Harvester* CAT 320-D usado no 2º desbaste da empresa. Para esta máquina foi calculado os custos fixos, variáveis e administrativos (em R\$ por hora efetiva de trabalho). Nesta etapa do trabalho será utilizada a metodologia descrita por Harry *et al.* (1991), citado por Freitas (2005).

##### 4.3.4.1 Custos fixos

Segundo Souza e Clemente (1998), citado por Freitas (2005), os custos fixos todos os custos que, periodicamente, oneram a empresa, independentemente do nível de atividade. De acordo com o mesmo autor, o tempo e a intensidade de funcionamento da máquina não alterarão estes custos. Os custos fixos estão divididos em depreciação, juros e seguros.

Para a obtenção dos custos de depreciação foi utilizada a seguinte fórmula:

$$Dp = (Va - Vpn - Vr) / (N \times hf) \text{ onde;}$$

$$Dp = \text{Custo de depreciação horária do capital (R\$/hf);}$$

$$Va = \text{Valor de aquisição dos equipamentos acrescidos de impostos, fretes e comissões de venda (R\$);}$$

$$Vr = \text{Valor de revenda do equipamento (R\$);}$$

$$Vpn = \text{Valor de um jogo de pneus (R\$);}$$

$$N = \text{Vida útil em anos;}$$

$$hf = \text{Horas efetivas de uso anual.}$$

Para a obtenção dos custos de juros e seguros será utilizada a seguinte fórmula:

$$JS = (IMA \times i)/hf \quad IMA = [(Va - Vr) \times (N + 1)]/2 \times N + Vr$$

Onde;

$$JS = \text{Custo com juros e seguros (R\$) por hora efetiva (hf);}$$

$I$  = Taxa de juros anuais + seguros anuais (%);

$hf$  = Horas efetivas de uso anual e;

IMA = Investimento médio anual.

#### 4.3.4.2 Custos variáveis

São todos os custos e despesas que variam de acordo com as operações. Estão diretamente relacionados a intensidade das operações, aumentam ou diminuem proporcionalmente às mesmas. Considera-se custo variável: materiais diretos, insumos, materiais auxiliares, comissões, etc. (FREITAS, 2005).

##### 4.3.4.2.1 Custo de combustíveis

De acordo com HARRY et al. (1991) apud Freitas (2005), o consumo de combustível de uma máquina é função da potência do motor, do fator de carga, da altitude, da temperatura, do tipo de combustível, etc. Para efeito de estimativa do custo de combustível podemos nos basear no consumo da máquina indicado pelo fabricante.

$CC \text{ (R\$/ hf)} = Pu \times c$  onde;

CC = Custo de combustíveis (R\$) por hora efetiva (hf);

$Pu$  = Preço de um litro de diesel (R\$);

$c$  = Consumo de óleo diesel por hora efetiva (l/hf).

##### 4.3.4.2.2 Custo de lubrificantes e graxas

$CLG \text{ (R\$/hf)} = Plg \times Clg$  onde;

CLG = Custo de lubrificantes e graxas (R\$) por hora efetiva (hf);

$Plg$  = Preço unitário dos lubrificantes e graxas (R\$/l);

$Clg$  = Consumo horário de lubrificantes e graxas (l/hf).

##### 4.3.4.2.3 Custo de óleo hidráulico

$COH \text{ (R\$/hf)} = Po \times Co$  onde;

COH = Custo de óleo hidráulico (R\$) por hora efetiva (hf);

$Po$  = Preço unitário de óleo hidráulico (R\$/l);

$Co$  = Consumo horário de óleo hidráulico (l/hf).

#### 4.3.4.2.4 Custo de pneus

$CP (R\$/hf) = (N \times Vp) / H$  onde;

CP = Custo de pneus (R\$) por hora efetiva (hf);

N = Número de pneus da máquina;

Vp = Valor de aquisição do pneu (R\$);

H = Vida útil do pneu em horas efetivas (hf).

#### 4.3.4.2.5 Custo de manutenção e reparos

O custo de manutenção e reparos será estimado de acordo com o coeficiente técnico estipulado pela empresa que é de 60% do valor do custo de depreciação.

$CMR (R\$/hf) = 0,6 \times Dp$  onde;

CMR = Custo de Manutenção e Reparos (R\$) por hora efetiva (hf);

Dp = Depreciação (R\$/hf).

#### 4.3.4.2.6 Custo de pessoal operacional e manutenção (COM)

Compõem estes custos os salários diretos mais os benefícios e encargos sociais, como 13º salário, férias, seguros, cuidados médicos, alimentação, vestuário, etc (MOREIRA, 2000).

#### 4.3.4.2.7 Custo de administração

De acordo com Harry et.al. (1991), são os custos indiretos relacionados com a administração do trabalho e do maquinário. É calculado aplicando-se um coeficiente que varia de 5 a 15 % sobre os custos do maquinário e pessoal.

$$CA (R\$/hf) = C \times k$$

Onde;

CA = Custo de administração (R\$/hf);

C = Soma parcial dos custos fixos e variáveis (R\$/hf) e;

k = Coeficiente de administração (%).

Para este trabalho foi considerado como valor para k: 8%.

#### 4.3.4.2.8 Custo operacional total

Este custo será a soma dos custos fixos, custos variáveis e os custos de administração encontrados para cada etapa da colheita.

$CT \text{ (R\$/hf)} = CF + CV + CA$  onde;

CT = Custo operacional total (R\$) por hora efetiva (hf);

CF = Custo fixo total (R\$) por hora efetiva (hf);

CA = Custo de administração total (R\$) por hora efetiva (hf);

#### 4.3.4.2.9 Custo da produção

Este custo refere-se ao custo operacional total da máquina dividido pela produtividade da mesma.

$$Cpr \text{ (R\$/t)} = CT / P$$

Onde;

Cpr= Custo de produção da máquina;

CT = Custo operacional total da máquina (R\$/hf) e;

P = Produtividade da máquina analisada (t/hf).

#### 4.3.5 Cronograma

O cronograma deste trabalho está apresentado na tabela 02.

TABELA 02 – Cronograma para a elaboração do trabalho de TCC.

<b>Atividade</b>	<b>Data</b>
Elaboração da metodologia	10 de julho de 2012
Coleta dos dados a campo	31 de agosto de 2012
Tabulação e discussão dos resultados	05 de setembro de 2012
Conclusão do trabalho	10 de setembro de 2012

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 RENDIMENTO E EFICIÊNCIA OPERACIONAL

#### 5.1.1 *Harvester* CAT 320-D

Os resultados do cálculo de rendimento operacional do *Harvester* CAT 320-D podem ser observados na figura 04. O rendimento médio obtido foi de 32,88 t.he<sup>-1</sup>.

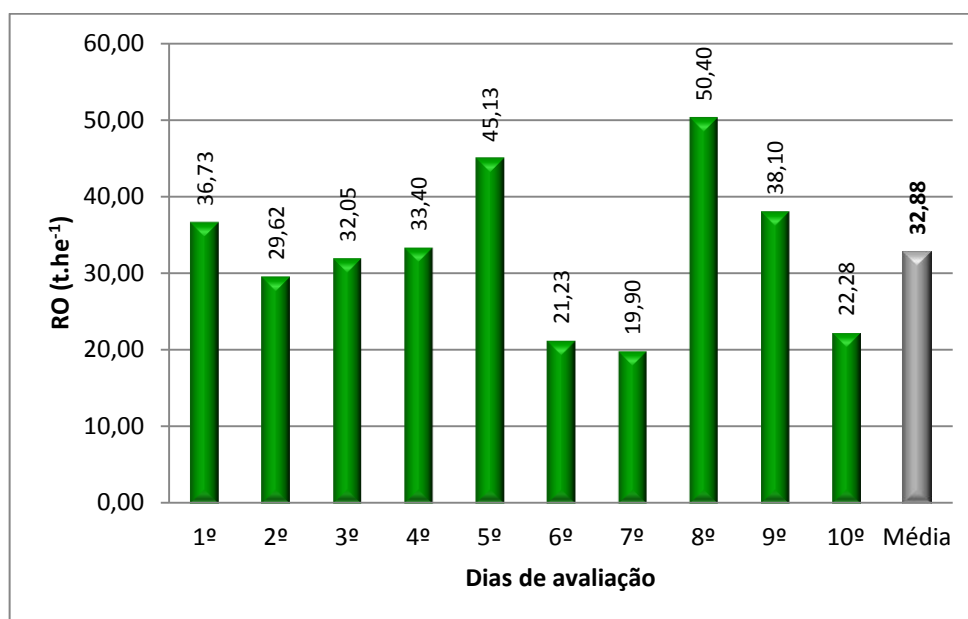


Figura 04 - Rendimento operacional do *Harvester* CAT 320-D no 2º desbaste.

De acordo com Szymczaks (2010), em estudo semelhante com corte de *P. taeda* no município de Três Barras (SC) com um cabeçote MSU modelo GF 1295 em uma máquina base CAT3066, obteve uma média praticamente igual a obtida neste trabalho, 37,9 m<sup>3</sup>.he<sup>-1</sup>. Silva *et al.* (2010) obteve uma média de 19,19 m<sup>3</sup>.he<sup>-1</sup> no corte de toras curtas, com pico de 22,71 m<sup>3</sup>.he<sup>-1</sup> no mês de maior produção.

A principal variável que influencia no rendimento operacional do *harvester* é o diâmetro médio das toras, fator que influencia diretamente no total de volume colhido, com correlação estimada entre volume e diâmetro de  $R^2 = 0,933$ .

O tempo de trabalho efetivo foi considerado apenas o tempo em que a máquina permaneceu na atividade de corte, já para as horas paradas operacionais, o tempo de deslocamento, abastecimento e lubrificação, paradas para manutenção

e todos os motivos pelos quais a máquina interrompeu a operação de corte enquanto disponível mecanicamente, durante o turno avaliado.

Os resultados de eficiência operacional do *Harvester* CAT 320-D são mostrados na Figura 05.

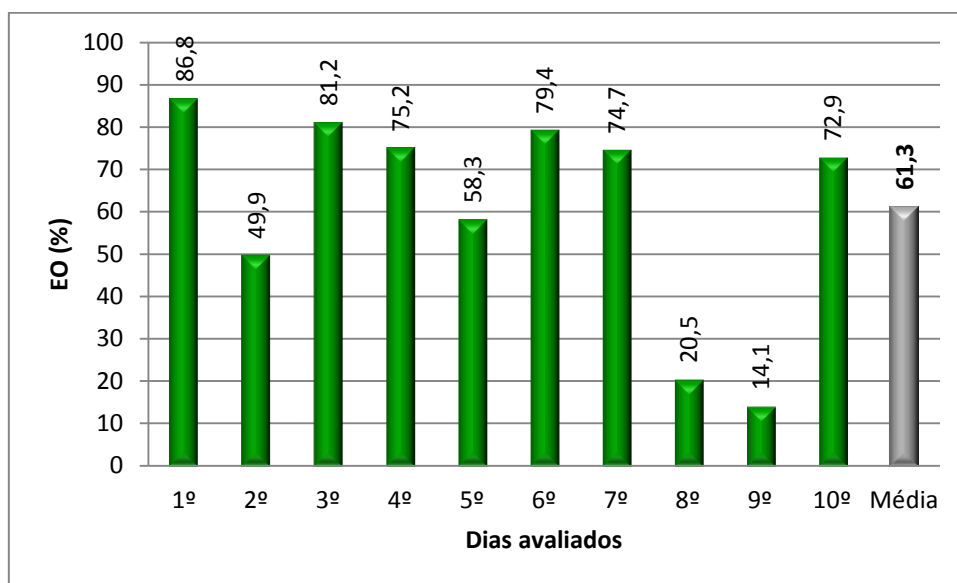


Figura 05 - Eficiência operacional do *Harvester* CAT 320-D no 2º desbaste.

De acordo com a figura acima, o *Harvester* CAT 320-D apresenta eficiência operacional média de 61,3%. Esta média foi fortemente influenciada por dois dias em que o rendimento operacional foi baixíssimo, respectivamente o oitavo (20,5%) e o nono dia (14,1%). Em ambos, a principal causa para o baixo rendimento foi o alto tempo consumido pela manutenção de mangueiras de óleo do cabeçote, consumindo 04h57min no oitavo dia e 04h16min no nono dia de avaliação. A disponibilidade mecânica do *Harvester* CAT 320-D foi de 71% no período avaliado.

Segundo Machado (1989), a eficiência operacional de máquinas e equipamentos para a colheita e extração de madeira não deve ser inferior a 70%. Canto (2003) obteve média de 73% de eficiência operacional para *Harvesters*, enquanto Silva et al. (2010) obtiveram média da eficiência operacional de 77,85%. Na tabela abaixo, faz-se uma pequena comparação entre os resultados obtidos pelos referidos autores e os resultados deste trabalho. Szymczak (2010) encontrou, no relatório referido anteriormente, eficiência operacional média de 47%. Já, Silva (2008) obteve uma média de eficiência operacional de 70,3% em observações realizadas em Nova Ponte, MG.

TABELA 03 - Comparação de eficiência operacional com dados obtidos por diferentes autores.

<b>Limite inferior proposto por Machado (1989)</b>	<b>70,00%</b>
Eficiência obtida por Canto (2003)	73,00%
Eficiência obtida por Silva et al. (2010)	77,85%
<b>Resultado obtido neste trabalho</b>	<b>61,30%</b>
Szymczac (2010)	47,00%
Silva (2008)	70,30%

A eficiência operacional apresenta-se baixa devido às intervenções ocorridas durante o turno avaliado (manhã). Este é o turno em que são realizados os dois abastecimentos diários e as manutenções preventivas e corretivas, incluindo-se as intervenções necessárias devido a problemas ocorridos durante os turnos da tarde e da madrugada. Caso as medições fossem feitas considerando-se estes outros turnos, a eficiência operacional da máquina provavelmente teria um aumento significativo.

Na figura 06, são mostradas as atividades realizadas pelo *Harvester* CAT 320-D, nas horas efetivas e não efetivas, em percentual.

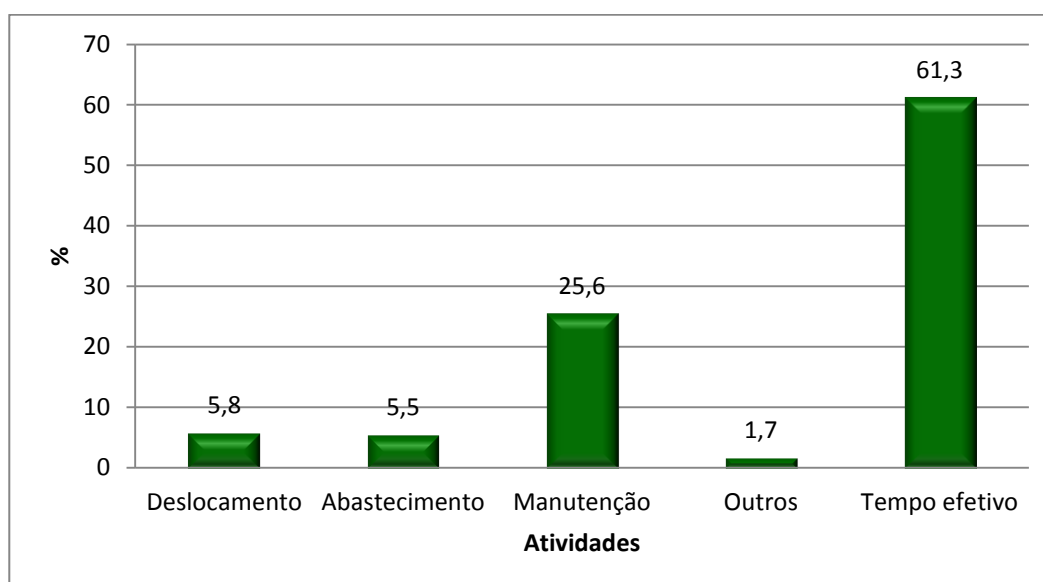


Figura 06 - Avaliação percentual das atividades realizadas pelo *Harvester* CAT 320-D no 2º desbaste.



Na figura 07 é possível observar como se dividiu o tempo considerado não-efetivo.

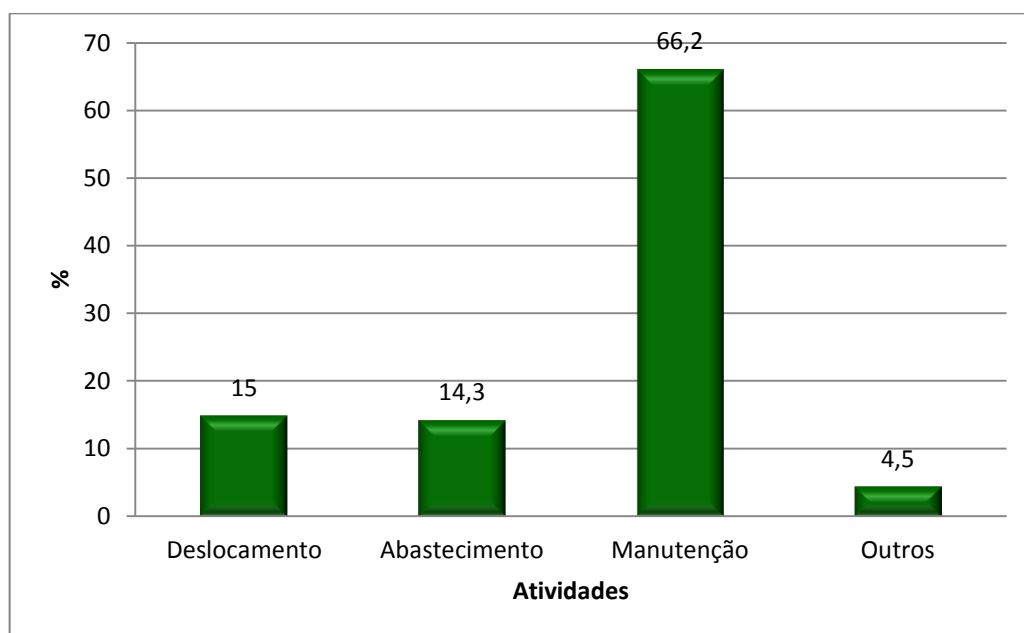


Figura 07 - Divisão do tempo não-efetivo do *Harvester* CAT 320-D no 2º desbaste.

De acordo com a figura acima, as paradas devido à manutenção corresponderam a mais da metade do tempo parado. Destas horas paradas, cerca de 50% do tempo foi devido a problemas com mangueiras hidráulicas.

#### 5.1.2 *Skidder* Timberjack 460

O Rendimento Operacional para o trator florestal *skidder* é apresentado na figura 08. O rendimento operacional médio encontrado foi de aproximadamente 84,8 ton/he, sendo o deslocamento médio percorrido de 74,95 metros da área de arrete das toras até o estaleiro, e tempo total de avaliação de 24,98 horas.

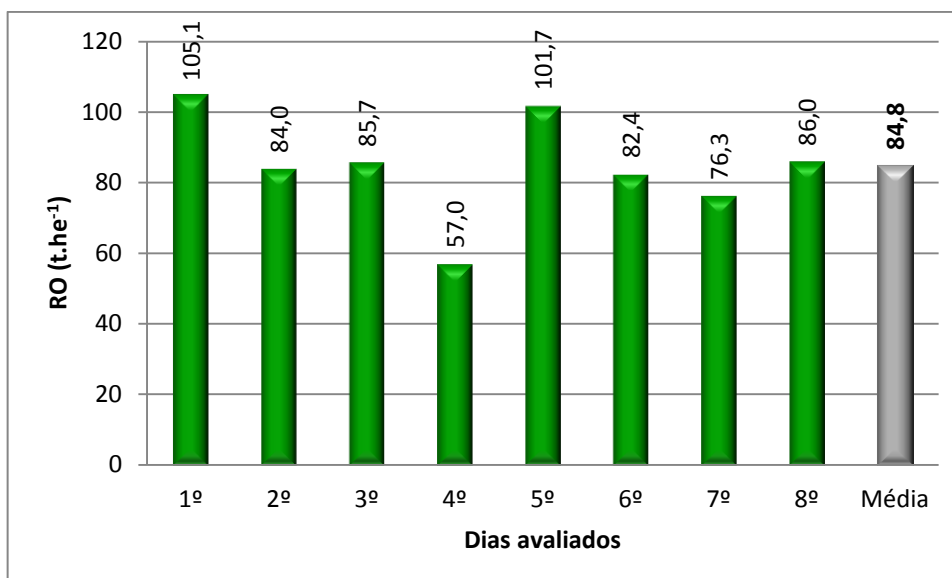


Figura 08 - Rendimento operacional do *Skidder* Timberjack 460.

A baixa produtividade do 4º dia de avaliação deve-se, principalmente, a maior necessidade de limpeza de áreas para busca de toras, causando um maior tempo de deslocamento até os locais onde as toras estavam. Além disso, um operador menos experiente assumiu as operações do *Skidder* neste turno. Já as duas maiores produtividades obtidas no 1º e 5º dias (105,1 e 101,7 ton/he, respectivamente) devem-se, principalmente, a um terreno menos acidentado em comparação com os demais, além de estar mais perto da estrada, fazendo com que a área de estaleiros não fosse tão longe da área de busca de toras.

Segundo Fiedler (2008), em uma análise da produtividade de colheita com sistema de árvores inteiras no norte de Goiás, sendo povoamento composto de *Eucalyptus grandis* com 8 anos de idade e volume médio por árvore de 0,165 m³ a produtividade média por hora efetiva obtida por um *Skidder* com rodado de pneus, marca Caterpillar, modelo 525B, tração 4X4 e potencial nominal de 180HP foi de 42,3 m³/he (período diurno) para uma distância de arraste de 230 metros (tempo total de observação de 34,4 horas).

O percentual total das paradas realizadas pelo *Skidder* na área de extração e colheita florestal da empresa pode ser observado na figura a seguir.

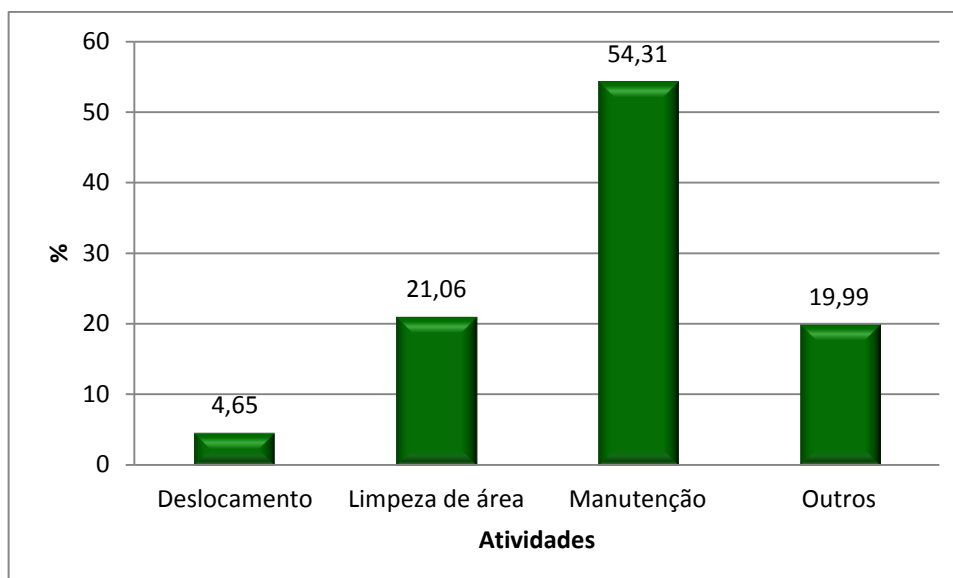


Figura 09 - Avaliação percentual das paradas realizadas pelo *Skidder Timberjack 460*.

Do tempo em que não estava operando arraste de toras, as paradas com manutenção correspondem a 54,31%, seguido pelo tempo necessário para a limpeza de áreas e abertura de estradas, com 21,06%. Os deslocamentos mostrados na figura acima correspondem a todos aqueles deslocamentos em que o *Skidder* não estava buscando toras para arraste, e sim se deslocando de uma área de colheita a outra, por exemplo. Na categoria “Outros”, responsável por 19,99% das paradas, incluem-se abastecimentos (que não foi realizado diariamente), paradas para necessidades fisiológicas e alimentação, comunicação pelo rádio e com encarregados e troca de operadores.

Ao analisarmos a figura 10 a seguir, de divisão do tempo do ciclo de arraste (deslocamento até a tora, alinhamento e arraste e estaleiramento), notamos que quase metade do tempo (45,81%) foi ocupado no arraste de toras até o estaleiro, 31,40% foi o tempo ocupado para alinhar as toras na área de derrubada, e a menor parte do tempo (22,79%) foi tomada para o deslocamento do *Skidder* até a área de derrubada.

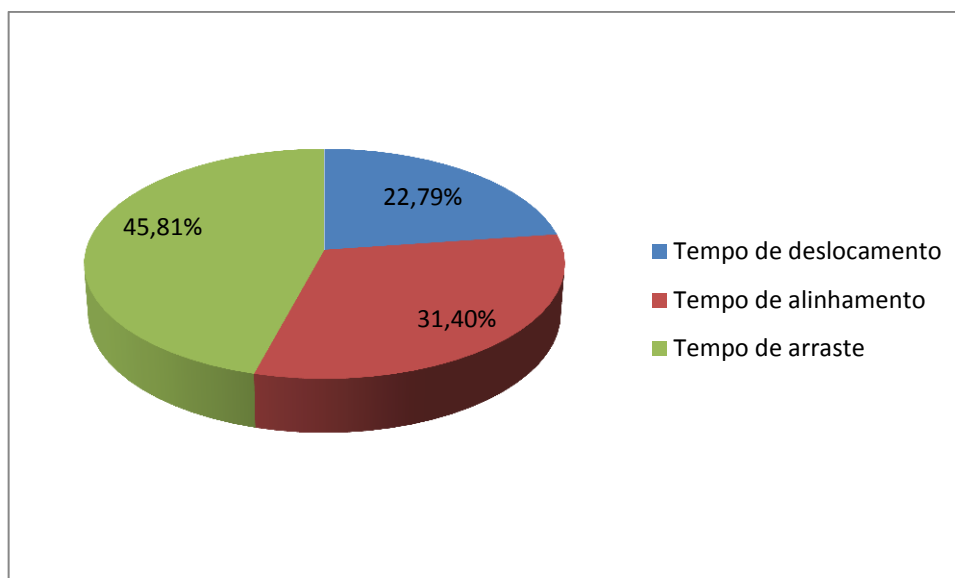


Figura 10 – Divisão de tempo do ciclo médio de arraste de toras do *Skidder* Timberjack 460.

Analisando a figura 11 podemos ver que, em média, a eficiência operacional do *Skidder* ficou próxima a 72,6%. A mínima encontrada foi de 52,9% e a máxima de 94,2%. Segundo Fiedler (2008), na mesma análise supracitada, a eficiência operacional média do *skidder* avaliado foi de 65,2% durante período diurno (disponibilidade mecânica de 86,6%), com eficiência operacional média de 73,2%.

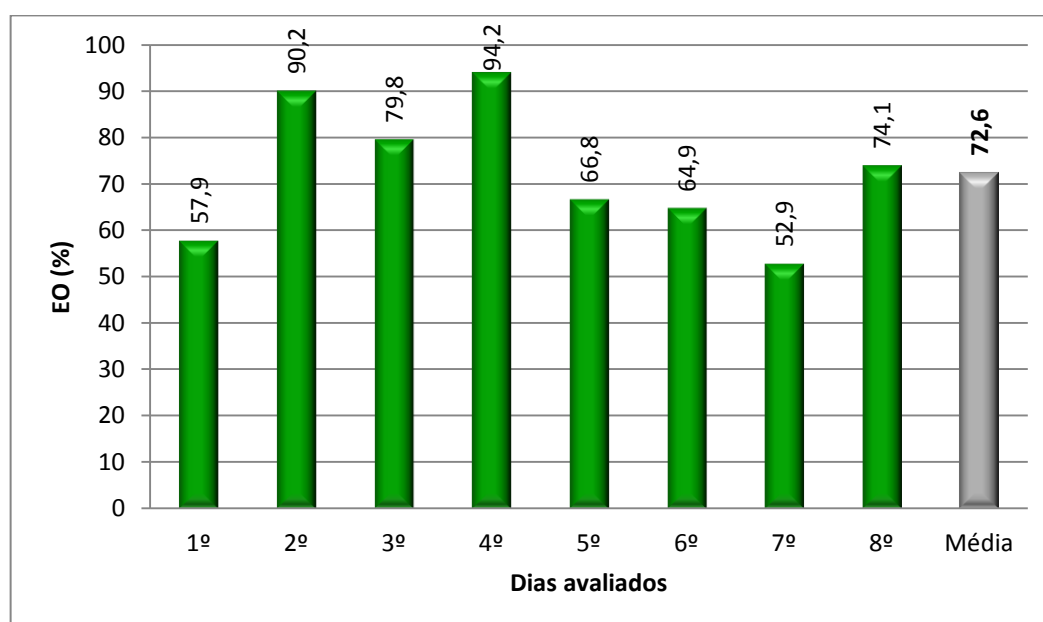


Figura 11 - Eficiência operacional por dia de avaliação e média do *Skidder* Timberjack 460.

Este valor encontrado para a eficiência operacional do *Skidder* avaliado encontra-se acima do limite mínimo de 70% de eficiência operacional estabelecido por Machado (1989) para máquinas de colheita florestal.

### 5.1.3 Forwarder John Deere 1710-D

O rendimento operacional do *forwarder* pode ser observado na figura 12.

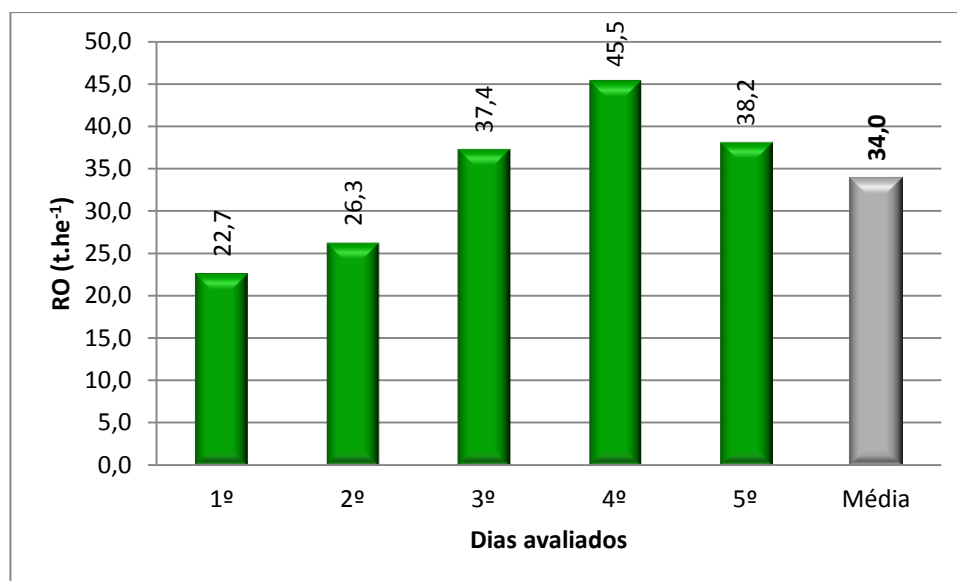


Figura 12 - Rendimento operacional do *Forwarder* John Deere 1710-D, no 1º desbaste, na empresa Reflorestadores Unidos S/A.

A produtividade média encontrada durante o período avaliado foi de aproximadamente 34,0 ton/he. Oliveira *et al.* (2009), em estudo semelhante com *Pinus taeda* aos 15 anos obteve as maiores produtividades médias próximas a 34,8 e 39,0 m<sup>3</sup>cc he<sup>-1</sup>. Resultados também encontrados por Minette *et. al.* (2004) com eucaliptos, que obteve produtividade próximas a 35,5 e 40,2 m<sup>3</sup>cc he<sup>-1</sup>. Segundo Oliveira *et al.* (2009), tal resultado pode ser influenciado pelo comprimento das toras, que neste caso permitiu a otimização da caixa de carga da máquina (toras de 2,40 e 3,0 metros comprimento).

Para Malinosvki *et al.* (2006), a produtividade do *forwarder* é afetada pelo sortimento da madeira, em razão da necessidade de ordenamento das toras no estaleiro, de possíveis viagens da máquina, bem como devido à não ocupação total da sua área útil de carga da garra, conforme as dimensões do sortimento. Influência

esta que também pode ser atribuída a este estudo pelo fato do mesmo também trabalhar com sortimento da madeira (toras de 2,40 e 3,00 metros de comprimento).

Na figura 13, podemos observar tais influências através da grande porcentagem relacionada ao deslocamento, além da indisponibilidade mecânica, respectivamente, 21,20% e 12,67% encontradas durante avaliação.

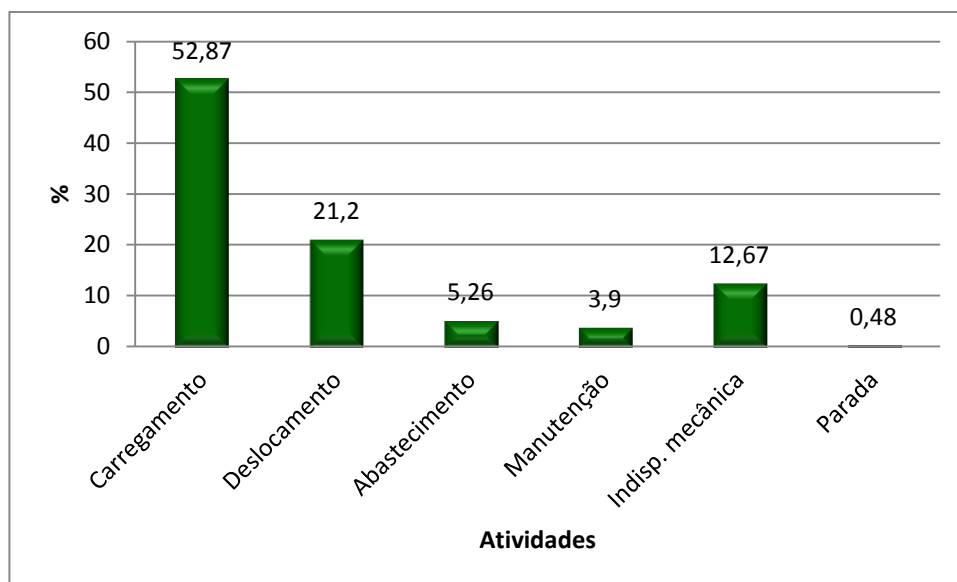


Figura 13 – Distribuição percentual das atividades realizadas pelo *Forwarder* John Deere 1710-D, no 1º desbaste, na empresa Reflorestadores Unidos S/A.

A elevada porcentagem de deslocamento pode ser atribuída, segundo Oliveira *et al.* (2009), também ao fato do povoamento ser de baixo volume, onde a proporção de toras de maiores dimensões é menor, ocasionando pilhas com menores volumes e mais dispersas dentro do talhão. Para Santos e Machado (1995), a produtividade aumenta à medida que aumenta o volume por árvore e diminui a distância de extração.

Os resultados observados na figura 14 mostram uma eficiência operacional média obtida de 72,30%. Os resultados obtidos neste trabalho estão próximos aos encontrados por Martins *et al.* (2009) e Oliveira *et al.* (2009), que obtiveram, respectivamente, eficiência operacional média do *forwarder* de 72,0% e 70,0% e explicam que os principais fatores que influenciaram negativamente tais resultados foram as interrupções mecânicas que, para segundo autor, foram próximas 11% do total de horas disponíveis para operação. O mesmo pode ser atribuído a este estudo que apresentou 87,33% de disponibilidade mecânica.

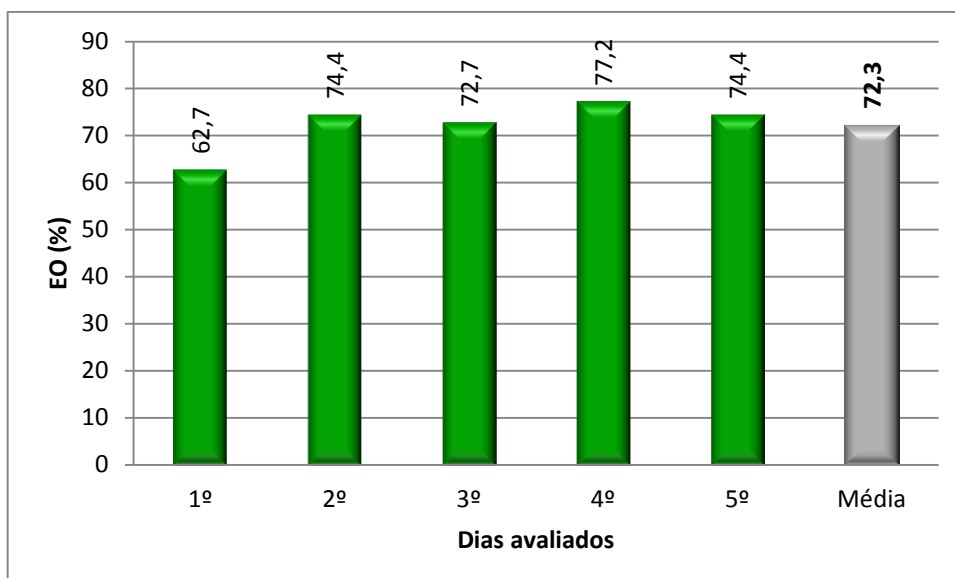


Figura 14 – Eficiência operacional *Forwarder* John Deere 1710-D, na empresa Reflorestadores Unidos S/A.

Segundo Oliveira *et al.* (2009), medidas como maior treinamento dos operadores, uso de guias hidráulicas de maior alcance, garras apropriadas às características da madeira e maior planejamento das operações, como por exemplo, a formação de pilhas de toras de volumes que se aproximam à capacidade da garra, proporcionam um aumento da eficiência operacional no *forwarder*.

## 5.2 CUSTOS OPERACIONAIS E DE PRODUÇÃO

### 5.2.1 *Harvester* CAT 320-D

#### 5.2.1.1 Custos operacionais e de produção

Na tabela abaixo são mostrados os valores de produção e horas trabalhadas pelo *Harvester* CAT 320-D em área de 2º desbaste, em três turnos de trabalho no período avaliado.

TABELA 04 – Produção e horas trabalhadas pelo *Harvester* CAT 320-D.

Meses	Produção		Horas		
	Ton	Ton/He	Totais	Efetivas	Não efetivas
Agosto	6.913,40	32,88	343,00	210,26	132,74

Silva *et. al* (2010), avaliando um *Harvester* Caterpillar 320 CL em corte de pinus no Município de Nova Ponte, MG, obteve uma produção média de 6.166,26 m<sup>3</sup>, em três turnos.

Nas tabelas 05 e 06 são apresentados os custos fixos e variáveis, respectivamente, para o *Harvester* CAT 320-D na operação de 2º desbaste.

TABELA 05 – Custos fixos para o *Harvester* CAT 320-D em 2º desbaste.

Custos fixos (R\$/hora)		
Depreciação	Máquina base 21,58	Cabeçote 9,15
Juros	Máquina base 13,32	Cabeçote 3,12
<b>Subtotal</b>	<b>34,90</b>	<b>12,27</b>
<b>Total</b>		<b>47,17</b>

TABELA 06 – Custos variáveis para o harvester CAT 320-D em 2º desbaste.

Custos variáveis	
<b>Descrição</b>	<b>RS/hora</b>
Combustível / lubrificação / óleo	40,88
Esteiras	2,67
Manutenção e reparos	19,31
Transporte pessoal	10,51
Custo de mão-de-obra	35,94
Custo de Administração	12,52
<b>TOTAL</b>	<b>121,83</b>

Analisando a tabela 05, podemos notar que há um valor considerado pago pela empresa com relação a juros (37,22% do custo fixo total). Já, segundo a tabela 06, os custos variáveis totalizam R\$ 121,83 por hora. Sendo que o maior custo variável foi o de combustível/lubrificação/óleo (R\$ 40,88/hora) e o menor custo foi o de esteiras (R\$ 2,67/hora).

Na tabela 07 são mostrados o custo operacional total e o custo de produção.



TABELA 07 – Custo operacional total e de produção para o *Harvester* CAT 320-D.

Custo operacional total		
	Und	Segundo desbaste
Tempo efetivo	(R\$/he)	95,92
Tempo não efetivo	(R\$/hne*)	60,56
Custo de administração	(R\$/he)	12,52
<b>TOTAL (fixo+variável + CA)</b>	<b>(R\$/he)</b>	<b>169,00</b>
Custo de produção		
		Segundo desbaste
Produtividade	(t/he)	32,88
<b>TOTAL</b>	<b>(R\$/t)</b>	<b>5,14</b>

\*hne = hora não-efetiva.

De acordo com a tabela 07, o custo operacional total do período amostrado foi de R\$ 169,00 por hora efetiva de trabalho. Sendo divididos entre fixos e variáveis na proporção de 27,91% e 72,09%, respectivamente. Já, o custo de produção ficou em R\$ 5,14 por tonelada produzida.

Segundo Silva *et al.* (2010) em trabalho citado anteriormente, o custo operacional total do período amostrado foi de R\$115,03 por hora efetiva de trabalho. Os custos fixos corresponderam a 28,59% e os variáveis, a 62,31% dos custos totais. O custo de produção foi de R\$ 5,99 por metro cúbico produzido.

## 6. CONCLUSÕES

- a. A eficiência operacional do *Harvester* CAT 320-D em segundo desbaste de *Pinus taeda* foi de 61,30% e o rendimento operacional de 32,88 t/he;
- b. A eficiência operacional do *Forwarder* John Deere 1710-D em primeiro desbaste de *Pinus taeda* foi de 72,30% e o rendimento operacional de 34,00 t/he;
- c. A eficiência operacional do *Skidder* Timberjack 460 em corte raso de *Pinus taeda* foi de 72,60% e o rendimento operacional de 84,80 t/he;
- d. Os custos do *Harvester* CAT 320-D operando em segundo desbaste de *Pinus taeda*, para o período avaliado, foram os seguintes:
  - Custos Fixos (R\$/hora): 47,17;
  - Custos Variáveis (R\$/hora): 121,83;
  - Custo operacional efetivo (R\$/he): 95,92;
  - Custo operacional não-efetivo (R\$/hora não-efetiva): 60,56;
  - Custo operacional total (R\$/he): 169,00;
  - Custo de produção (R\$/t): 5,14.

Considerando os resultados acima, é possível concluir que todos os resultados encontrados neste trabalho estão de acordo com os resultados encontrados por diversos autores citados neste trabalho. Porém, alguns custos precisam ser avaliados e, na medida do possível, reduzidos.

Sendo assim, sugiro à empresa, a realização de novos trabalhos de tempos e movimentos das máquinas aqui avaliadas. Estes novos trabalhos deverão incluir o turno da noite que não foi avaliado.

A realização deste trabalho foi de grande importância para o aprimoramento dos meus conhecimentos em relação ao rendimento e eficiência operacional das máquinas de colheita florestal, bem como os custos envolvidos nesta atividade. A

pesquisa a trabalhos de diversos autores que estudaram este assunto, também foi fundamental para o meu aprendizado.

## 7.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARCE, J. E.; MACDONAGH P.; FRIEDL R. A. Geração de padrões ótimos de corte através de algoritmos de traçamento aplicados a fustes individuais. **Revista Árvore**, Viçosa, v.28, n. 2, p. 383-391, 2004.

BARNES, R.M. **Motion and time study: Design and measurement ok work**. 6 ed. New York: John Willey & Sons, 1968. 799p.

CANTO, J. L. **Avaliação de desempenho operacional de *Harvester* e *Forwarder* na colheita de *Pinus taeda***. 2003. 54f. Relatório de Estágio (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.

COUTO, H. T. Z. Do. Manejo de florestas e sua utilização em serraria. IN: Seminário Internacional de Utilização da Madeira de Eucalipto para Serraria, 1995, São Paulo. **Anais do Seminário Internacional de Utilização da Madeira de Eucalipto para Serraria**. São Paulo, Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, 1995, Pag. 21-30.

FONTES, J. M. **Desenvolvimento de um sistema informatizado para planejamento e controle de manutenção em máquinas florestais: SIPLAN**. 134 P. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1996.

FREITAS, K. E.; **Análise técnica e econômica da colheita florestal mecanizada**. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

FIEDLER, C. N.; ROCHA, E. B.; LOPES, E. Da S. Análise da produtividade de um sistema de colheita de árvores inteiras no norte do estado de Goiás. **Floresta**, Curitiba, v. 38, n. 4, p. 577-586, out./dez. 2008.

HARRY G.G.; FONTES J. M.; MACHADO C.C.; SANTOS S. L. Análise dos efeitos da eficiência no custo operacional de máquinas florestais. In: **Anais do I SIMPÓSIO**

**BRASILEIRO SOBRE EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE FLORESTAL** 1991, Belo Horizonte: UFV/SIF, 1991. p.57-75.

MACHADO, C. C.; LOPES, E. S. Análise da influência do comprimento de toras de eucalipto na produtividade e custo da colheita e transporte florestal. **Revista Cerne**, v. 6, n. 2, p. 124-129, 2000.

MACHADO, C. C. **Colheita Florestal**. 2ª ed., Viçosa, Ed. UFV, 2008, 501 p.

MACHADO, C. C. **Exploração florestal**, 6. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Imprensa Universitária, 1989. 34 p.

MALINOVSKI, R.A.; MALINOVSKI, R.A.; MALINOVSKI, J.R.; YAMAJI, F.M. Análise das variáveis de influência na produtividade das máquinas de colheita de madeira em função das características físicas do terreno, do povoamento e do planejamento operacional florestal. **Floresta**, Curitiba, v.36, n.2, p.169-182, 2006.

MARTINS, R. J.; SEIXAS, F.; STAPE, J. L. Avaliação técnica e econômica de um *harvester* trabalhando em diferentes condições de espaçamento e arranjo de plantio em povoamento de eucalipto. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 37, n. 83, p.253-263, set. 2009.

MINETTE, L. J.; MOREIRA, F.M.T.; SOUZA, A.P.; MACHADO, C.C.; SILVA, K.R. Análise técnica e econômica do *forwarder* em três subsistemas de colheita em florestas de eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa, v.28, n.1, p.91-297, 2004.

MOREIRA F. M. T. **Análise técnica e econômica de subsistemas de colheita de madeira de eucalipto em terceira rotação**. 148 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.

OLIVEIRA, D. DE.; LOPES, E. DA S.; FIEDLER, N. C. Avaliação técnica e econômica do *Forwarder* na extração de toras de pinus. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 37, n. 84, p. 525-533, dez. 2009.

ROBERT. R.; NASCIMENTO, K.; ANDREATA, H. K.; SILVEIRA, J. P.; BANASZEWSKI, J. R. Gestão Florestal – Sistemas de Colheita. **Apostila usada no Curso de Gestão Florestal**, 2012.

SANTOS, M. D. dos; LOPES, E. da S.; DIAS, A. N.; RIBEIRO A. B. Avaliação técnica de um carregador florestal com diferentes sortimentos de madeira. **Ambiência**, Guarapuava, PR v.5 n.1 p.13 - 26 Jan./Abr. 2009.

SANTOS, S. L. M.; MACHADO, C.C. Análise técnica-econômica do processamento de madeira de eucalipto em áreas planas, utilizando o processador. **Revista Árvore**, Viçosa, v.19, n.3, p.346-357, 1995.

SILVA, E. N. Da. **Avaliação econômica do corte de Pinus com harvester**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.


SILVA, E. N. Da; MACHADO, C. C.; MINETTE, L. J.; SOUZA, A. P. De; FERNANDES, H. C.; SILVA, M. L. Da; JACOVINE, L. A. Avaliação técnica e econômica do corte mecanizado de Pinus sp. Com Harvester. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.34, n.4, p.745-753, 2010.

SZYMCAK, D.A. **Avaliação de processamento de madeira de Pinus taeda L.** Relatório de estágio, Universidade Federal de Santa Maria, Nov./2010.

VALVERDE S. R. **Análise técnica e econômica do sistema de colheita de árvores inteiras em povoamentos de eucalipto**. Viçosa, MG: UFV, 1995. 123 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 1995.

## **8. ANEXOS**

Anexo I. Planilha Avaliação da qualidade operacional do *Harvester* CAT 3200-D.


 <p>REFLORESTADORES UNIDOS S.A.</p>	<p><b>AVALIAÇÃO DA QUALIDADE OPERACIONAL</b></p> <p>Tarefa: Corte com <i>Harvester</i> CAT 320-D</p>	<p><b>PLANILHA</b></p> <p><b>“DIÁRIA”</b></p>
--	--	---

Operador:	Avaliador:	Data:
Projeto:	Talhão:	
Atividade: ( ) 1º Desbaste ( ) 2º Desbaste	Espécie:	

[illegible]



Anexo II. Avaliação da qualidade operacional do *Skidder* Timberjack 460.

 REFLORESTADORES UNIDOS S.A.	<b>AVALIAÇÃO DA QUALIDADE OPERACIONAL</b> <b>Tarefa: Extração com <i>skidder</i> de garra</b>	<b>PLANILHA</b> <b>“DIÁRIA”</b>
---	--	------------------------------------

Operador:	Avaliador:	Data:
Projeto:	Talhão:	
Atividade: ( ) 1º Desbaste ( ) 2º Desbaste ( ) Corte Raso		Espécie:

RENDIMENTO	Inicial/Término:								Produção	
	Efetivas		Efetivas		Efetivas		Efetivas		ton./he	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final		
									m³/he	
									Disponibilidade Mecânica	
									Deslocamento (m)	
									1ª árvore*	
									2ª árvore**	





